

**PENGARUH SERAT PENGUAT PADA *COPV (PVC-FIBERGLASS)*
TERHADAP KEKUATAN *BURST TEST***

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan Program Sarjana (S1)
Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan*

Oleh :
Ari Nurdiana Sukirman
133030109



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2019**

**PENGARUH SERAT PENGUAT PADA *COPV (PVC-FIBERGLASS)*
TERHADAP KEKUATAN *BURST TEST***



Nama : Ari Nurdiana Sukirman

NRP : 133030109



Pembimbing I

Pembimbing II

(Dr. Ir. H. Dedi Lazuardi, DEA.)

(Ir. Agus Sentana, M.T.)

ABSTRAK

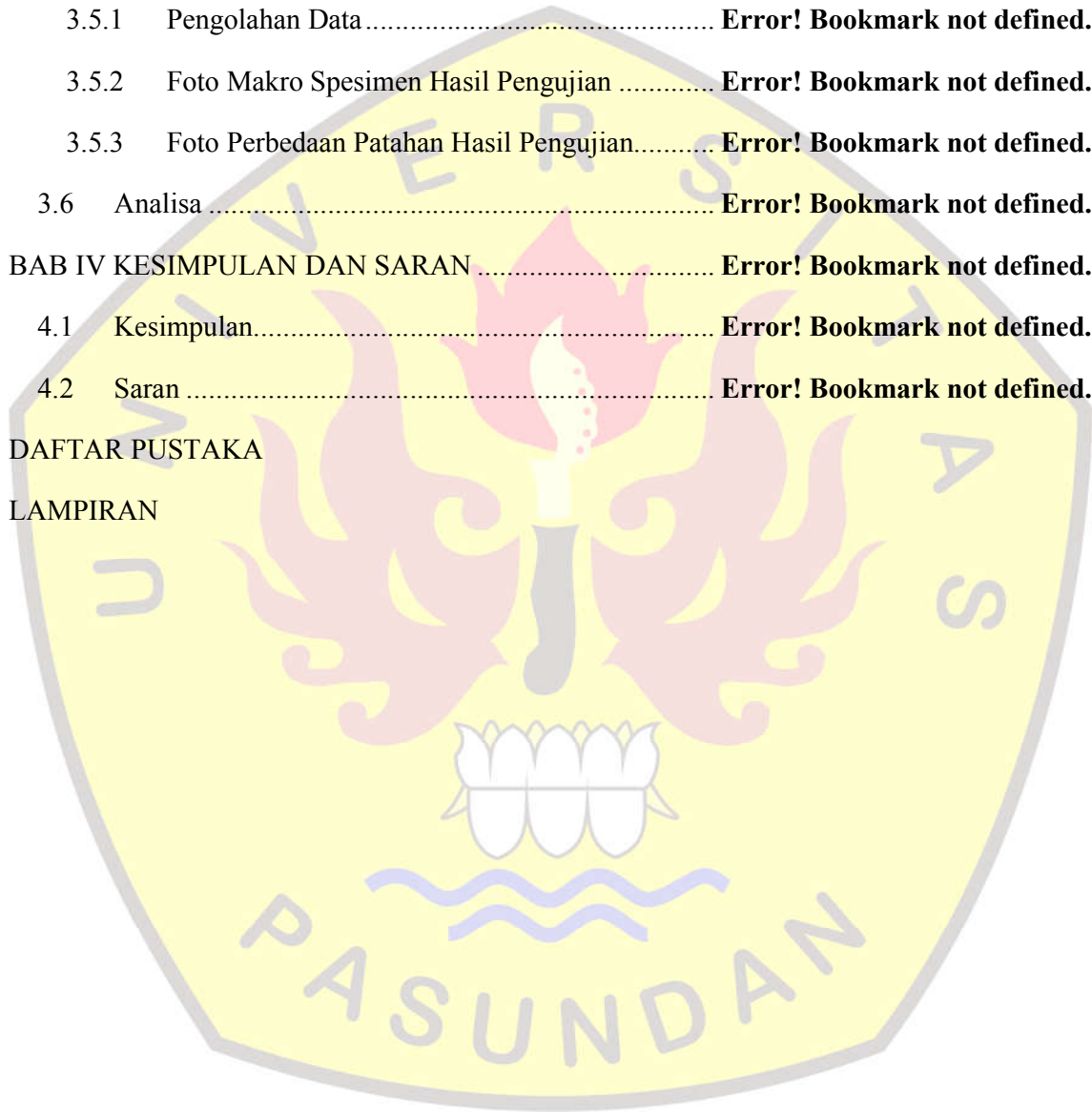
Compressed natural gas (CNG) adalah gas alam terkompresi yang digunakan sebagai salah satu jenis dari bahan bakar gas (BBG) dan alternatif dari bahan bakar minyak (BBM). Bejana tekan untuk *CNG* yang sepenuhnya terbuat dari bahan logam dengan tekanan yang besar membuat resiko tabung mudah meledak dan bobot tabung yang sangat berat. Resiko tersebut dapat dikurangi menggunakan pemilihan *composite overwrapped pressure vessel (COPV)*. *COPV* merupakan sebuah bejana tekan yang dibalut atau dilapisi oleh serat komposit. Bejana tekan ini terdiri dari dua lapisan, lapisan pertama dalam penelitian ini akan menggunakan *PVC* yang berfungsi mencegah kebocoran dan lapisan kedua menggunakan *Fiberglass* yang berfungsi menahan tekanan yang diterima oleh bejana tekan. Penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan metode pengujian. Pengujian menggunakan media *Hydrotest* berdasarkan referensi kode atau standar *ASME Section VIII Div. 1 Latest Edition (Rules for Construction of Pressure Vessel)*. Pengujian *Hydrotest* ini sampai *COPV* tersebut mencapai tekanan maksimum dan meledak atau disebut dengan *Burst Test*. Proses modifikasi *COPV* dan seluruh rangkaian pengujian dilakukan di Laboratorium Fenomena Dasar dan halaman belakang kampus, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pasundan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh serat penguat berupa *Fiberglass* pada tabung *COPV* dengan liner *PVC* yaitu dapat menghasilkan kekuatan lebih besar dan ketahanan terhadap tekanan *Burst Test* hingga 300%.

Kata kunci : *CNG, COPV (PVC-Fiberglass), Hydrotest, Burst Test*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	I
1.1 Latar Belakang	I
1.2 Rumusan Masalah	I
1.3 Tujuan	II
1.4 Batasan Masalah	II
1.5 Sistematika Penulisan	II
BAB II TINJUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 <i>Composite Overwrapped Pressure Vessel (COPV)</i> ...	Error! Bookmark not defined.
2.2 Material Komposit	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Komposit Serat (<i>Fiber Composite</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Serat Kaca (<i>Fiberglass</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.3 <i>Compressed Natural Gas</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4 Pipa <i>PVC</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Kelebihan Pipa <i>PVC</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5 Burst Test	Error! Bookmark not defined.
2.6 <i>Hydrostatic Test</i>	Error! Bookmark not defined.
2.7 Bejana Tekan	Error! Bookmark not defined.
2.7.1 Tegangan Internal Pada Silinder	Error! Bookmark not defined.
2.7.2 <i>Wire-Wound Thin Cylinder</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB III PENGUJIAN PADA COPV (<i>PVC-FIBERGLASS</i>) ...	Error! Bookmark not defined.
3.1 Persiapan Pengujian	Error! Bookmark not defined.

3.2	Pembuatan Spesimen	Error! Bookmark not defined.
3.3	Alat dan Bahan	Error! Bookmark not defined.
3.4	<i>Set Up</i> Pengujian	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Prosedur Pengujian	Error! Bookmark not defined.
3.5	Data Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
3.5.1	Pengolahan Data	Error! Bookmark not defined.
3.5.2	Foto Makro Spesimen Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
3.5.3	Foto Perbedaan Patahan Hasil Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
3.6	Analisa	Error! Bookmark not defined.
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Composite overwrapped pressure vessel (COPV)</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 <i>Winding Pattern</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 <i>Short Fiber Composit</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 <i>Long Fiber Composite</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 <i>Continuous Roving Fiberglass</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 <i>Filament Winding</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 Aplikasi CNG pada Kendaraan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 8 Hasil <i>Burst Test</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 9 Proses Pengujian Hidrostatik	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 10 (a) Bejana Tekan Dinding Tipis (b) Bejana Tekan Dinding Tebal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 11 Bejana Tekan Vertikal (kiri) dan Horizontal (kanan)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 12 Tegangan yang Terjadi Pada Bejana Tekan Dinding Tipis	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 13 Tegangan <i>Hoop</i> pada Dinding Bejana Tekan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 14 Tekanan Internal pada Bejana Tekan Dinding Tipis	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 15 Bejana Tekan Dua Lapis	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengujian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Proses Pemotongan Pipa <i>PVC</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Proses <i>Hoop Winding</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Proses Pengolesan Resin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 Hasil Pembuatan Spesimen	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 <i>Pressure Test Pump Manual</i> 24 MPa	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7 <i>Flange PVC</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 8 <i>Blind Flange</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9 Batang Penyangga	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 10 Gambar Skematis Pengujian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 11 Hasil Pengujian pada <i>COPV</i> Tanpa Lapisan	Error! Bookmark not defined.

Gambar 3. 12 Hasil Pengujian pada *COPV (PVC-Fiberglass)* 1 Lapisan **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 13 Hasil Pengujian pada *COPV (PVC-Fiberglass)* 2 Lapisan dan Terjadi Kebocoran **Error! Bookmark not defined.**

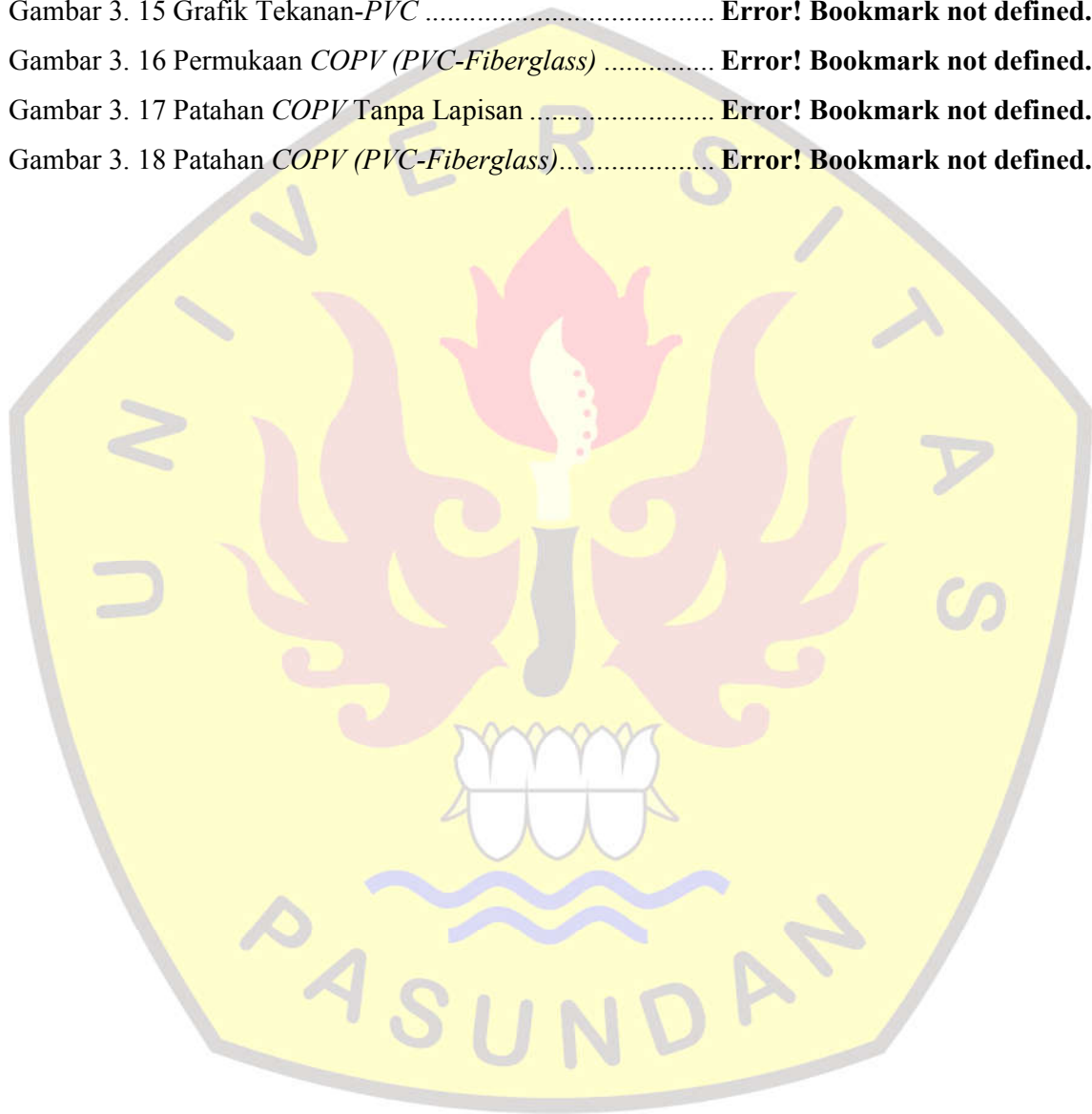
Gambar 3. 14 Hasil Pengujian pada *COPV (PVC-Fiberglass)* 3 Lapisan dan Terjadi Kebocoran **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 15 Grafik Tekanan-*PVC* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 16 Permukaan *COPV (PVC-Fiberglass)* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 17 Patahan *COPV* Tanpa Lapisan **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 18 Patahan *COPV (PVC-Fiberglass)*..... **Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tebal Pipa <i>PVC-Fiberglass</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2 Data Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3 Perbedaan Tekanan dan Tegangan pada <i>COPV</i>	Error! Bookmark not defined.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin tingginya tingkat pencemaran udara yang diakibatkan pemakaian bahan bakar minyak (BBM) dan semakin berkurangnya sumber minyak bumi membuat orang mencoba bahan bakar alternatif lain, salah satunya bahan bakar gas (BBG). Salah satu jenis dari bahan bakar gas adalah *compressed natural gas (CNG)* atau gas alam terkompresi, yaitu gas alam dalam bejana tekan yang dikenai tekanan yang besar. Bejana tekan untuk *CNG* yang sepenuhnya terbuat dari bahan logam dan harganya relatif murah, namun karena tekanan yang besar membuat resiko tabung mudah meledak. Resiko tersebut dapat dikurangi menggunakan pemilihan *composite overwrapped pressure vessel (COPV)*.

Composite overwrapped pressure vessel (COPV) terdiri dari dua lapisan, lapisan pertama biasanya terbuat dari logam namun dalam penelitian ini akan menggunakan *PVC* yang berfungsi mencegah kebocoran, sedangkan lapisan kedua terbuat dari komposit yang berfungsi menahan tekanan yang diterima oleh bejana tekan. *COPV* dirancang dengan harapan dapat mengurangi bobot bejana tekan tanpa mengurangi daya tahan terhadap tekanan tinggi.

Lapisan komposit yang digunakan untuk bejana tekan *COPV* biasanya karbon murni sebagai seratnya. Namun dalam pembuatan serat karbon ini terbilang mahal dibandingkan dengan serat lain, untuk menekan harga dipilih *Fiberglass* sebagai alternatif bahan pelapis pembuatan *COPV*.

Ketebalan lapisan serat komposit pada *COPV* dapat menentukan besar tekanan bejana tekan tersebut. Bejana tekan untuk *CNG* perlu didesain sedemikian rupa agar mampu menahan tekanan internal yang sangat besar dari *CNG*. Tekanan operasi untuk bejana tekan *CNG* berkisar 100-200 bar. Untuk itu perlu dilakukan pengujian ketebalan serat komposit pada tabung *COPV* untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang ingin penulis ajukan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh serat penguat (*Fiberglass*) pada *COPV* yang terbuat dari pipa *PVC*?
2. Bagaimana cara melakukan pengujian *COPV*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang dicapai pada penelitian ini yaitu :

- Mengetahui pengaruh lapisan serat penguat pada *COPV* terhadap kekuatan *Burst Test*.
- Mengetahui tegangan yang terjadi pada *COPV*.

1.4 Batasan Masalah

Pembahasan penelitian ini dibatasi pada :

- *COPV* yang menjadi objek penelitian terbuat dari *PVC-Fiberglass*.
- Dimensi pipa *PVC* yang digunakan yaitu :
D : 4 inchi
p : 400 mm
t : 3 mm
- Jumlah lapisan penguat terdiri dari 1, 2, dan 3 lapisan.

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan bab-bab dalam skripsi ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam pembahasan. Adapun dalam sistematika penulisan tersebut diuraikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, identifikasi masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi pembahasan tentang landasan teori *COPV*, material komposit, *CNG*, pipa *PVC*, *hydrotest*, *burst test*, dan bejana tekan.

BAB III PENGUJIAN PADA *COPV (PVC-FIBERGLASS)*

Berisi pembahasan tentang persiapan pengujian, pembuatan spesimen, alat dan bahan, *set up* pengujian, pengujian *burst test*, pengolahan data dan analisa.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi berupa kesimpulan yang diambil dari hasil analisa dan saran untuk penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pat B. McLaughlan, P. E., Scott C. Forth, Ph. D. and Lorie R. Grimes-Ledesma, Ph. D. *Composite Overwrapped Pressure Vessels, A Primer*. Houston : National Aeronautics and Space Administration, 2011. SP-2011-573.
- [2] [Online] CleanCitiesTV, September 13, 2016. [Cited: Oktober 31, 2018.] <https://www.youtube.com/watch?v=vTxQPfsm8n0&t=653s>.
- [3] Funck, Dr.-Ing. Ralph and Fuchs, Dipl.-Ing. Hans-Peter. *Development of All-Composite Compressed Natural Gas (CNG) Pressure Vessel for Vehicle Use*. Kaiserslautern : Comat Composite Materials GmbH, Finkenstr. 59, 67661.
- [4] Suryati. *Pembuatan dan Karakterisasi Genteng Komposit Polimer dari Campuran Resin Poliester, Aspal, Styrofoam Bekas dan Serat Panjang Ijuk*. Medan : Universitas Sumatera Utara, 2012.
- [5] Vlack, Lawrence H. Van. *Elemen-Elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Jakarta : Erlangga, 2004. 620.11 VLA e.
- [6] Wollan, Eric. *Appliance Design. Boosting Performance Without Breaking The Bank*. [Online] Juli 6, 2015. [Cited: 11 8, 2018.] <https://www.appliancedesign.com/articles/94628-boosting-performance-without-breaking-the-bank>.
- [7] Wiratama, Caesar. *Aero Engineering*. [Online] CV. Markom, 9 6, 2017. [Cited: 9 15, 2018.] <http://aeroengineering.co.id/2017/09/material-Fiberglass-serat-kaca/>.
- [8] *Pengetahuan serta Informasi tentang MIGAS, Energi Terbarukan dan Pengilangan*. [Online] Februari 12, 2015. [Cited: 10 20, 2018.] <https://www.prosesindustri.com/2015/02/defenisi-compressed-natural-gas-cng.html>.
- [9] [Online] cngnow, Maret 21, 2012. [Cited: 10 31, 2018.] <https://www.youtube.com/watch?v=1EmX5kSxebw>.
- [10] PipaPlastik, Admin. *Pipa Plastik*. [Online] [Cited: 10 10, 2018.] <https://pipaplastik.com/pipa/pipa-PVC/>.
- [11] Anecto. *Trusted Test Experts*. [Online] [Cited: 10 10, 2018.] <https://www.anecto.com/burst-testing/>.
- [12] Jamison, Flint. *Ability Composites. Composite Overwrapped Pressure Vessels (COPV)*. [Online] Maret 10, 2014. [Cited: 10 31, 2018.] <https://abilitycomposites.com/blog/composite-overwrapped-pressure-vessels-COPV/>.

- [13] GSM. PT Gusti Sakti Mandiri. [Online] Mei 10, 2016. [Cited: Desember 19, 2018.] <http://www.gustisaktimandiri.com/mengenal-tentang-pengujian-hidrostatik-hydrostatic-test>.
- [14] Hamzah, Riki Lutfi. PT. Tri Daya Gemilang. *Alat Hydrotest*. [Online] 2018. [Cited: Desember 17, 2018.] <http://www.tdg.co.id/index.php/hydrotest/alat-hydrotest>.
- [15] Moss, Dennis R. *Pressure Vessel Design Manual*. s.l. : Elsevier Science, 2004. 0570677406/9780750677400.
- [16] *Perancangan Bejana Tekan Tipe Vertikal*. Purnomo, J. Semarang : Universitas Diponegoro, 2012.
- [17] Kaminski, Dr. Clemens. *Stress Analysis & Pressure Vessel*. s.l. : University Of Cambridge, 2005.
- [18] Hearn, E. J. *Machanics Of Materials*. s.l. : Butterworth Heinemann, 1997. 0750632658.
- [19] ryder, G. H. *Strengt of Materials*. London : The Macmillan Press LTD. 03331444430.

